

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
11 avril 2002 (11.04.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/29216 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **F01L 9/02**,
1/46

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : **MASSE, Serge** [FR/FR]; 73, domaine Defontaine, F-77760 Acheres la Foret (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/03069

(22) Date de dépôt international : 5 octobre 2001 (05.10.2001)

(74) Mandataire : **CEMELI, Eric**; Renault Technocentre, Scc 0267 - TCR AVA 0 56, 1, avenue du Golf, F-78288 Guyancourt (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (*national*) : BR, JP, MX, US.

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
00/12712 5 octobre 2000 (05.10.2000) FR

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
RENAULT SPORT [FR/FR]; 1, avenue du Président Kennedy, F-91177 Viry-Châtillon (FR).

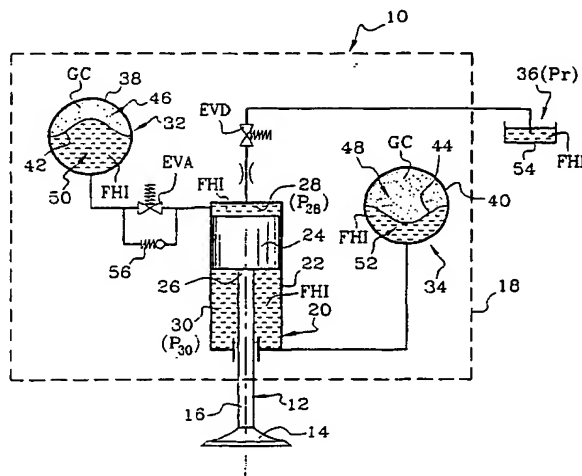
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: VALVE ACTUATING DEVICE, AND METHOD FOR CONTROLLING SAME

(54) Titre : DISPOSITIF D'ACTIONNEMENT DE SOUPAPES, ET PROCEDE DE COMMANDE POUR UN TEL DISPOSITIF



EVD...DISCHARGE ELECTROMAGNETIC VALVE
EVA...ACTUATING ELECTROMAGNETIC VALVE

(57) Abstract: The invention concerns a device (10) for actuating valves (12) of a motor vehicle internal combustion engine comprising at least a controlled hydraulic actuator actuating the associated valve (12) which is provided in the form of a cylinder wherein a mobile piston (24) connected to the valve delimits two opposite hydraulic pressure chambers each supplied with an incompressible fluid (FHI) and pressure regulated by a control unit such that the pressure prevailing in one of the chambers (28, 30) is alternately higher/lower than that which prevails in the other chamber to actuate the valve (12). The invention is characterised in that each pressure chamber (28, 30) of the cylinder (20) is capable of communicating with a corresponding actuating hydraulic pressure source (32, 34), which comprises pneumatic return means for the fluid. The invention also concerns a method for controlling said device (10).

[Suite sur la page suivante]

WO 02/29216 A1



— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention propose un dispositif (10) pour l'actionnement des soupapes (12) d'un moteur thermique de véhicule automobile comportant au moins un actionneur (20) hydraulique commandé actionnant la soupape (12) associée qui est réalisé sous la forme d'un vérin à l'intérieur duquel un piston (24) mobile lié à la soupape délimite deux chambres de pression hydraulique opposées alimentées chacune avec un fluide incompressible (FHI) et réglées une pression par une unité de commande de manière que la pression régnant dans une des chambres (28, 30) soit alternativement supérieure/inférieure à celle régnant dans l'autre chambre pour actionner la soupape (12), caractérisé en ce que chaque chambre (28, 30) de pression du vérin (20) est susceptible de communiquer avec une source (32, 34) de pression hydraulique correspondante d'actionnement, qui comporte des moyens pneumatiques de rappel élastique du fluide (FHI). L'invention propose également un procédé de commande pour un tel dispositif (10).

**"Dispositif d'actionnement de soupapes,
et procédé de commande pour un tel dispositif"**

L'invention concerne un dispositif pour l'actionnement des soupapes d'un moteur thermique de véhicule automobile.

5 L'invention concerne plus particulièrement un dispositif pour l'actionnement des soupapes d'un moteur thermique de véhicule automobile, du type dans lequel chaque soupape comporte une tige ou queue qui est solidaire d'un actionneur commandé par une unité de commande pour provoquer la levée et
10 le rappel de la soupape associée, du type dans lequel chaque actionneur est réalisé sous la forme d'un vérin qui comporte un cylindre à l'intérieur duquel la queue de la soupape associée est libre de coulisser coaxialement de manière étanche, et à l'intérieur duquel est agencé un piston mobile, solidaire de
15 l'extrémité libre de la queue de soupape, qui délimite dans le cylindre deux chambres de pression hydraulique supérieure et inférieure opposées qui sont chacune alimentées avec un fluide incompressible et dans chacune desquelles est établie alternativement une pression dudit fluide qui est régulée par
20 l'unité de commande de manière que la pression régnant dans une des chambres soit alternativement supérieure/inférieure à celle régnant dans l'autre chambre, pour actionner alternativement le vérin et la soupape.

On connaît de nombreux exemples de dispositifs
25 d'actionnement de ce type dits "camless".

Ces dispositifs sont destinés à se substituer aux dispositifs mécaniques conventionnels de levée de soupape, qui comportent par exemple au moins un arbre à cames, entraîné par le vilebrequin, qui agit directement ou indirectement sur les queues
30 des soupapes.

L'avantage bien connu d'un tel dispositif est de pouvoir bénéficier de différentes lois de levée de soupapes, qui sont déterminées par l'unité de commande en fonction du régime de

rotation du moteur, de manière à optimiser le fonctionnement dudit moteur.

De manière connue, les dispositifs d'actionnement "camless" comportent des actionneurs qui sont de type électromagnétique ou hydraulique.

Un actionneur électromagnétique comporte pour l'essentiel deux ressorts et une palette métallique se déplaçant entre deux bobines. Lorsque la soupape est fermée, le ressort supérieur est maintenu comprimé par la palette qui est attirée vers la bobine supérieure qui est excitée par un courant électrique. Aucune excitation n'est créée par la bobine inférieure et le ressort inférieur est au repos. Lorsque l'on interrompt la circulation de courant dans la bobine supérieure, la palette est libérée et provoque l'ouverture de la soupape tout en comprimant le ressort inférieur.

Ainsi, le dispositif d'actionnement est dit "oscillant" dans la mesure où l'énergie potentielle du ressort supérieur est transférée à la palette sous forme d'énergie cinétique puis transférée à nouveau sous forme d'énergie potentielle au ressort inférieur.

La soupape est alors maintenue ouverte en établissant une circulation de courant dans la bobine inférieure. L'interruption du courant dans la bobine inférieure provoque la fermeture de la soupape et la recompression du ressort supérieur.

Les dispositifs d'actionnement comportant des actionneurs électromagnétiques présentent l'inconvénient de nécessiter une puissance électrique élevée pour assurer leur fonctionnement. A titre d'exemple, la seule puissance qui est consommée par les actionneurs d'un véhicule à moteur "camless" peut atteindre, pour un moteur à quatre cylindres et 16 soupapes, la valeur de 2 kiloWatts au régime de puissance maximale du moteur, alors qu'un véhicule à moteur conventionnel consomme la même puissance pour assurer l'intégralité du fonctionnement de ses accessoires électriques. Pour cette raison, la tension d'alimentation du circuit électrique du véhicule, qui est conven-

tionnellement de 12 Volts, doit être augmentée à 42 Volts pour réduire la taille de la génératrice.

Par ailleurs, les dispositifs d'actionnement électromagnétiques se révèlent inadaptés aux moteurs fonctionnant à des régimes de rotation élevés. En effet, pour de tels moteurs, les actionneurs électromagnétiques ne permettent pas d'effectuer des accélérations suffisantes des pièces en mouvement au-delà des régimes usuels des moteurs de série.

Le document US-A-5.562.070 décrit et représente un dispositif d'actionnement hydraulique qui comporte une pompe hydraulique qui est susceptible de débiter de l'huile sous pression dans deux chambres hydrauliques opposées d'un vérin formant l'actionneur, de manière à provoquer des mouvements alternatifs de l'actionneur et de la soupape. Dans un tel dispositif, les mouvements consécutifs et opposés du vérin sont obtenus en exerçant alternativement sur chacune des faces opposées du piston de l'actionneur une pression qui est supérieure à celle exercée sur l'autre face du piston. A ce titre, un tel dispositif d'actionnement hydraulique consomme une grande quantité d'énergie hydraulique, et ceci surtout dès lors que le régime de rotation du moteur augmente et impose des vitesses élevées d'ouverture et de fermeture de soupape. De ce fait un tel dispositif n'apporte que peu d'avantages par rapport à un dispositif de distribution conventionnel.

De plus, ce dispositif ne permet pas de contrôler efficacement la vitesse de la soupape en fin de course de fermeture, où tout au moins il ne permet de contrôler la vitesse de la soupape qu'au prix d'une consommation supplémentaire d'énergie hydraulique. Un tel dispositif présente donc soit l'inconvénient de risquer de dégrader le siège de ladite soupape et de générer du bruit si celle-ci se referme sur son siège avec une vitesse trop élevée, soit l'inconvénient de ponctionner de façon importante la puissance du moteur.

Le document US-A-5.572.961 décrit un dispositif analogue dans lequel le rappel de la soupape est réalisé au moyen d'un ressort. Un tel dispositif est du type "oscillant" précédemment décrit et permet de réduire de façon importante la consommation
5 d'énergie hydraulique nécessaire à l'actionnement de la soupape. Toutefois, ce dispositif se révèle inadapté à des régimes élevés de rotation du moteur, et notamment aux régimes dits "d'affolement de soupape" pour lesquels le ressort, rentrant en résonance, risque d'être soumis à des oscillations, non
10 contrôlables, d'amplitude élevée.

Pour remédier à ces inconvénients, l'invention propose un dispositif hydraulique et oscillant qui est réalisé sous la forme d'un système de distribution "camless" hydropneumatique.

Dans ce but, l'invention propose un dispositif du type décrit
15 précédemment, caractérisé en ce que chaque chambre de pression hydraulique du vérin est susceptible d'être mise en communication avec au moins une source de pression hydraulique indépendante, dite source d'actionnement, qui est associée à la seule dite chambre et qui comporte des moyens de rappel
20 élastique du fluide qui sont destinés, au cours du mouvement de la soupape dans un sens déterminé, à récupérer l'énergie cinétique de la soupape en vue de son mouvement ultérieur dans le sens opposé.

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention,
25 les moyens de rappel du fluide sont pneumatiques.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, les rappel sont mécaniques.

Selon d'autres caractéristique de l'invention :

- au moins une des chambres hydrauliques est susceptible
30 d'être mise en communication avec une source supplémentaire, dite source de décharge, dans laquelle le fluide hydraulique est soumis à une pression réduite,
- l'unité de commande est susceptible de réguler les pressions régnant dans les chambres de pression hydraulique du

vérin en commandant alternativement une électrovanne d'actionnement, qui est interposée entre une des chambres de pression hydraulique et sa source d'actionnement associée, et une électrovanne de décharge qui est interposée entre ladite
5 chambre de pression hydraulique et la source de décharge,

- chaque source d'actionnement est constituée d'un accumulateur hydropneumatique qui comporte une enveloppe à l'intérieur de laquelle une membrane délimite une chambre de rappel et une chambre d'actionnement, la chambre de rappel
10 étant isolée et remplie d'un gaz compressible, et la chambre d'actionnement étant connectée à la chambre supérieure/inférieure correspondante du vérin associé et remplie du fluide incompressible,

- la source de décharge comporte un réservoir qui est mis
15 en communication avec un carter du moteur dans lequel règne une pression réduite,

- la chambre de pression supérieure du vérin est susceptible d'être mise en communication avec un premier accumulateur hydropneumatique ou avec la source de décharge
20 par l'intermédiaire des électrovannes respectives d'actionnement et de décharge, et la chambre de pression inférieure du vérin communique directement avec un second accumulateur hydropneumatique d'actionnement,

- un clapet anti-retour est interposé entre la chambre
25 supérieure du vérin et le premier accumulateur hydropneumatique,

- chaque chambre d'actionnement des accumulateurs hydropneumatiques est reliée à un dispositif de maintien de pression qui est susceptible de la maintenir à une pression de
30 consigne tant que la soupape est fermée.

L'invention propose aussi un procédé de commande pour un dispositif du type décrit précédemment, caractérisé en ce que :

- dans une première étape dite de repos de la soupape, l'unité commande la fermeture de l'électrovanne d'actionnement et

l'ouverture de l'électrovanne de décharge, le premier accumulateur hydropneumatique étant maintenu par le dispositif de pression à une première pression de consigne et le deuxième accumulateur hydropneumatique étant maintenu à une seconde
5 pression de consigne, la première pression de consigne étant supérieure à la deuxième pression de consigne et la deuxième pression de consigne étant supérieure à la pression réduite du carter moteur, puis:

- dans une deuxième étape dite de levée de la soupape,
10 l'unité commande la fermeture de l'électrovanne de décharge et l'ouverture de l'électrovanne d'actionnement, puis

- dans une troisième étape dite de rappel de la soupape,
l'unité commande la fermeture de l'électrovanne d'actionnement,
puis

15 - dans une quatrième étape de fermeture complète de la soupape, l'unité commande l'ouverture de l'électrovanne de décharge jusqu'à la première étape de repos.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la
20 compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif selon l'invention représenté dans la position de repos de la soupape ;

- la figure 2 est une vue schématique du dispositif de la
25 figure 1 représenté dans la position de levée de la soupape ;

- la figure 3 est une vue schématique du dispositif de la figure 1 représenté dans la position de rappel de la soupape.

Dans la description qui va suivre, des chiffres de référence
30 identiques désignent des pièces identiques ou ayant des fonctions similaires.

On a représenté à la figure 1 l'ensemble d'un dispositif 10 pour l'actionnement d'une soupape 12 d'un moteur thermique de véhicule automobile réalisé conformément à l'invention.

Dans ce dispositif 10, chaque soupape 12 est formée d'une tulipe 14 et d'une tige ou queue 16 qui est solidaire de la tulipe 14. La queue 16 est solidaire d'un actionneur 18 qui est commandé par une unité de commande, par exemple électronique (non représentée), pour provoquer la levée et le rappel de la soupape 12 sur son siège (non représenté).

De manière connue, l'actionneur 18 est réalisé sous la forme d'un vérin 20 qui comporte un cylindre 22 à l'intérieur duquel la queue 16 de la soupape 12 associée est libre de coulisser coaxialement de manière étanche, et à l'intérieur duquel est agencé un piston mobile 24, solidaire de l'extrémité libre 26 de la queue de la soupape 12. Le piston 24 délimite dans le cylindre 22 deux chambres de pression hydraulique opposées qui sont alimentées avec un fluide hydraulique incompressible FHI, par exemple de l'huile. Ainsi, le piston 24 délimite plus particulièrement dans le cylindre 22 une chambre de pression supérieure 28 et une chambre de pression inférieure 30.

Au cours du fonctionnement du dispositif 10, il est établi à l'intérieur de chacune des chambres supérieure 28 et inférieure 30 une pression dudit fluide FHI qui est régulée par l'unité de commande de manière que la pression régnant dans une des chambres 28 ou 30 soit alternativement supérieure/inférieure à la pression régnant dans l'autre chambre, pour actionner alternativement le vérin 20 et par conséquent la soupape 12.

Ainsi, lorsque la pression P_{28} qui règne dans la chambre 28 est supérieure à la pression P_{30} qui règne dans la chambre 30, la résultante des forces de pression qui s'exercent sur chacune des faces opposées du piston 24 pousse le piston 24 vers le bas dans le sens de l'ouverture de la soupape 12. Réciproquement, lorsque la pression P_{30} qui règne dans la chambre 30 est supérieure à la pression P_{28} qui règne dans la chambre 28, la résultante des forces de pression qui s'exercent sur chacune des faces opposées du piston 24 pousse le piston 24 vers le haut dans le sens de la fermeture de la soupape 12.

Conformément à l'invention et pour remédier aux inconvénients susnommés des dispositifs connus, chaque chambre 28 ou 30 de pression hydraulique du vérin 22 est susceptible d'être mise en communication avec au moins une source de pression hydraulique indépendante, dite source d'actionnement, qui est associée à la seule dite chambre 28 ou 30 et qui comporte des moyens pneumatiques de rappel élastique du fluide FHI qui sont destinés, au cours du mouvement de la soupape 12 dans un sens déterminé, à récupérer l'énergie cinétique de la soupape 12 en vue de son mouvement ultérieur dans le sens opposé.

Ainsi, le dispositif 10 selon l'invention comporte de préférence deux sources 32 et 34 d'actionnement. Cette disposition n'est pas limitative de l'invention et le dispositif 10 pourrait comporter plus d'une source d'actionnement associée à chacune des chambres de pression 28 ou 30 du vérin 12.

Cette configuration présente de nombreux avantages par rapport aux dispositifs connus de l'état de la technique.

En effet, de manière connue, un dispositif conventionnel pour l'actionnement des soupapes par arbre à cames, si il présente l'inconvénient de ne permettre de bénéficier que d'une loi de levée de soupapes, permet en revanche de contrôler efficacement la vitesse de fermeture de la soupape. En conférant aux cames un profil de courbure élevée dans la zone où elles sont sensées commander la fermeture de la soupape, on peut imposer une vitesse réduite de la soupape à l'approche de son siège, ce qui réduit les risques d'usure de ce siège et donc augmente la longévité du dispositif.

Jusqu'à présent, la plupart des dispositifs "camless" présentaient l'inconvénient d'ouvrir et de refermer brutalement la soupape, ce qui au bout d'un certain temps provoquait une usure prononcée de son siège, et le plus souvent du bruit.

Le dispositif selon l'invention permet de remédier à cet inconvénient dans la mesure où, à l'approche de ses positions

extrêmes d'actionnement, la soupape 12 est animée d'une vitesse pratiquement nulle pouvant être contrôlée par une perte de charge hydraulique en amont de l'électrovanne EVD. Cette perte de charge peut être fonction de la position de la soupape.

5. Conformément à l'invention, pour provoquer l'ouverture de la soupape 12, une première source d'actionnement transfère intégralement son énergie potentielle à la soupape 12 sous forme d'énergie cinétique, qui en fin de course est à son tour transférée sous forme d'énergie potentielle à une deuxième source d'actionnement quand la soupape 12 parvient à sa pleine ouverture. Réciproquement, pour provoquer la fermeture de la soupape 12, la deuxième source d'actionnement transfère intégralement son énergie potentielle à la soupape 12 sous forme d'énergie cinétique qui, en fin de course, est à son tour transférée sous forme d'énergie potentielle à la première source d'actionnement quand la soupape 12 parvient à sa fermeture. L'énergie cinétique de la soupape 12 étant quasiment nulle lors de sa fermeture, et étant par ailleurs un multiple du carré de la vitesse, la vitesse de la soupape 12 est donc aussi quasiment nulle.

20. Un autre avantage du dispositif 10 selon l'invention est qu'il consomme peu d'énergie hydraulique.

- L'énergie étant stockée dans les sources de pression d'actionnement 32 et 34, il n'est pas nécessaire de fournir une pression hydraulique supplémentaire pour inverser le mouvement de la soupape 12 comme c'était le cas pour les dispositifs connus de l'état de la technique. La consommation hydraulique d'un tel dispositif 10 se résume donc, comme on le verra, ultérieurement, à un apport minime d'énergie hydraulique destiné à compenser les pertes d'énergie cinétique de la soupape 12 lors de son mouvement, pertes qui sont notamment provoquées par les frottements divers pouvant intervenir dans l'actionneur 12.

Par ailleurs, conformément à l'invention, au moins une des chambres hydrauliques 28 ou 30 est susceptible d'être mise en communication avec une source supplémentaire 36 dite source de

décharge, dans laquelle le fluide hydraulique FHI est soumis à une pression réduite.

Ainsi, avantageusement, le fluide hydraulique est susceptible d'être ramené à une pression réduite dans une des chambres de pression hydraulique de manière à assurer la stabilité de la soupape 12 dans sa position extrême associée à l'établissement d'une pression réduite dans ladite chambre.

Conformément à l'invention, la régulation des pressions P_{28} , P_{30} , qui s'exercent sur chacune des faces opposées du piston 24 pour provoquer ses mouvements de montée ou de descente, est entièrement gérée par l'unité de commande.

A cet effet, d'une manière générale, l'unité de commande est susceptible de réguler les pressions P_{28} , P_{30} régnant dans les chambres 28 et 30 de pression hydraulique du vérin 20 en commandant alternativement une électrovanne EVA d'actionnement qui est interposée entre une des chambres de pression hydraulique 28 ou 30 et sa source d'actionnement associée 32 ou 34, et une électrovanne de décharge EVD qui est interposée entre ladite chambre de pression hydraulique 28 ou 30 et la source de décharge 36.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, chaque source d'actionnement 32 ou 34 est constituée d'un accumulateur hydropneumatique 32 ou 34 qui comporte une enveloppe 38, 40 à l'intérieur de laquelle une membrane 42, 44 délimite une chambre de rappel 46, 48 et une chambre d'actionnement 50, 52, la chambre de rappel 46, 48 étant isolée et remplie d'un gaz compressible GC, et la chambre d'actionnement 50, 52 étant connectée à la chambre supérieure 28 ou à la chambre inférieure 30 correspondante du vérin 12 associé et remplie du fluide incompressible FHI.

Avantageusement, le gaz compressible GC qui est contenu dans les chambres de rappel 46 et 48 des accumulateurs hydrauliques 32 et 34 permet d'exercer une action de rappel élastique sur le fluide hydraulique FHI contenu dans les chambres

d'actionnement 50 et 52 et il constitue de ce fait un ressort pneumatique qui permet de stocker l'énergie cinétique de la soupape 12. Le dispositif 10 se comporte comme un dispositif oscillant à actionneurs électromécaniques, sans en présenter les
5 inconvénients, c'est à dire sans présenter les inconvénients d'inertie importante.

Par ailleurs, la source de décharge 36 comporte un réservoir 54 qui est mis en communication avec un carter (non représenté) du moteur dans lequel règne une pression réduite
10 "Pr":

Il convient de remarquer que, telle que définie jusqu'à présent, la source de décharge 36 peut être connectée indifféremment à l'une ou l'autre des chambres supérieure 28 ou 30 du vérin 22 sans modifier le principe de fonctionnement du
15 dispositif 10.

Toutefois, il est souhaitable que la position de repos de la soupape 12, c'est à dire à sa position pour laquelle la pression hydraulique dans une des chambres de l'actionneur 20 est réduite, corresponde à sa position de fermeture pour garantir une
20 parfaite étanchéité de la tulipe 14 de la soupape 12 sur son siège.

Dans ce but, la chambre de pression supérieure 28 du vérin 20 est susceptible d'être mise en communication avec le premier accumulateur hydropneumatique 32 d'actionnement ou avec la source de décharge 36 par l'intermédiaire des électro-
25 vannes respectives d'actionnement EVA et de décharge EVD, et la chambre de pression inférieure 30 du vérin 20 communique directement avec le second accumulateur hydropneumatique 34.

De plus, un clapet anti-retour 56 peut être interposé entre la chambre supérieure 28 du vérin 20 et le premier accumulateur
30 hydropneumatique 32.

Enfin, chaque chambre d'actionnement 50 ou 52 des accumulateurs hydropneumatiques 32 ou 34 est reliée à un dispositif (non représenté) de maintien de pression qui est susceptible

de maintenir cette chambre à une pression de consigne respective P_{c32} et P_{c34} tant que la soupape 12 est fermée.

Ce dispositif permet notamment de compenser les pertes énergétiques hydrauliques subies par le fluide lors des
5 mouvement de la soupape 12, ces pertes pouvant être notamment dues au frottement de la tige de la soupape 12 dans le cylindre 22, au frottement du piston 24 dans le cylindre, et aux pertes de type "frottement fluide" générées par les forces de pression s'exerçant au sein du fluide FHI.

10. Dans cette configuration, l'invention propose aussi un procédé de commande pour assurer le fonctionnement du dispositif 10 précédemment décrit.

Dans une première étape dite de repos de la soupape 12 qui est représentée à la figure 1, l'unité commande la fermeture
15 de l'électrovanne d'actionnement EVA et l'ouverture de l'électrovanne EVD de décharge, le premier accumulateur hydro-pneumatique 32 étant maintenu par le dispositif de pression à une première pression de consigne P_{c32} et le deuxième accumulateur hydropneumatique 34 étant maintenu à une seconde pression de
20 consigne P_{c34} , la première pression de consigne P_{c32} étant supérieure à la deuxième pression de consigne P_{c34} et la deuxième pression de consigne P_{c34} étant supérieure à la pression réduite "Pr" du carter moteur.

La soupape 12 est donc au repos et fermée puisque la
25 pression P_{28} qui règne dans la chambre supérieure 28 du vérin 22 est égale à la pression réduite "Pr" du carter et est donc inférieure à la pression de consigne P_{c32} qui règne dans la chambre inférieure du vérin. Le dispositif est dit "chargé", puisque la chambre d'actionnement 50 de l'accumulateur 32 est prête,
30 nonobstant l'ouverture de l'électrovanne EVA, à établir la pression de consigne P_{c32} dans la chambre supérieure 28 du vérin.

Dans une deuxième étape dite de levée de la soupape 12, l'unité commande la fermeture de l'électrovanne de décharge EVD et l'ouverture de l'électrovanne d'actionnement EVA. La pression

P_{28} , égale à la pression de consigne P_{c32} , qui règne à présent dans la chambre supérieure 28 étant supérieure à la pression de consigne P_{c34} qui règne dans la chambre inférieure 30 du vérin, la résultante des forces de pression qui s'exercent sur le piston 5 24 provoque son déplacement vers le bas dans le sens de l'ouverture de la soupape 12.

A mesure que la soupape 12 s'ouvre, son mouvement provoque l'augmentation du volume de la chambre supérieure 28, donc aussi la détente du gaz GC contenu dans la chambre de 10 rappel 46 de l'accumulateur 32, et la diminution du volume de la chambre inférieure 30, et donc aussi la compression du gaz GC contenu dans la chambre de rappel 48 de l'accumulateur 34.

L'accélération de la soupape 12 diminue jusqu'à devenir nulle quand les pressions qui règnent dans les deux chambres de 15 rappel 46 et 48 sont équilibrées. Cette position de la soupape 12 correspond à une énergie cinétique maximale emmagasinée par la soupape 12 et donc à sa vitesse la plus élevée. Puis, le déplacement de la soupape 12 se poursuivant, la décélération de la soupape 12 se poursuit jusqu'à ce qu'elle parvienne avec une 20 vitesse nulle à sa position de pleine ouverture.

A cet instant, l'énergie cinétique de la soupape 12 a été pratiquement intégralement reconvertie en énergie potentielle emmagasinée dans le ressort pneumatique constitué par le gaz GC contenu dans la chambre de rappel 48 de l'accumulateur 25 hydropneumatique 34. La pression dans la chambre de rappel 48 est alors proche, aux pertes énergétiques près, de la pression qui régnait dans la chambre de rappel 46 au début de la deuxième étape.

De ce fait, le fluide hydraulique FHI est à présent 30 sensiblement à la première pression de consigne P_{c32} dans la chambre inférieure 30 du vérin, et il est sensiblement à la deuxième pression de consigne P_{c34} dans la chambre supérieure 30 du vérin. L'unité commande alors la fermeture de l'électrovanne EVA.

La résultante des forces de pression P_{28} , P_{30} qui s'exercent sur le piston 24 étant alors inversée, dans une troisième étape dite de rappel de la soupape 12, l'unité commande la fermeture de l'électrovanne d'actionnement EVA.

5 La soupape 12 commence alors son mouvement de fermeture dès lors que l'augmentation de la pression P_{28} dans la chambre supérieure 28 est suffisante. Dans le cas où le dispositif comporte le clapet anti-retour 56, l'établissement du seuil de pression de ce dernier permet de déterminer un temps mort de
10 levée de soupape à pleine ouverture, qui peut éventuellement être ramené à une valeur négligeable si le clapet anti-retour est faiblement taré.

Les caractéristiques du mouvement de fermeture de la soupape 12 sont exactement similaires à celles de son
15 mouvement d'ouverture. Il conviendra de noter que, de ce fait, la soupape 12 se referme sur son siège avec une vitesse pratiquement nulle, et ne provoque donc pas d'usure du siège, ce qui augmente considérablement la longévité du moteur considéré.

Enfin, dans une quatrième étape de fermeture complète de
20 la soupape 12 qui intervient lorsque la soupape 12 est à nouveau fermée, l'unité commande l'ouverture de l'électrovanne EVD pour réduire la pression résiduelle P_{28} dans la chambre supérieure 28 du vérin. Le dispositif 10 se trouve alors ramené, dès que les pressions sont stabilisées, à la configuration de la première étape
25 de repos de la soupape 12.

On remarquera que si le dispositif comporte un clapet anti-retour la soupape 12 se referme automatiquement au bout d'un laps de temps déterminé associé au seuil de déclenchement de ce clapet.

30 Il convient de noter à titre de variante qu'il est possible, entre les deuxième et troisième étapes, de contrôler ce laps de temps, c'est-à-dire de bloquer un temps la soupape 12 en position ouverte en supprimant le clapet anti-retour 56. Cette configuration permet, par exemple dans le cas pour lequel le dispositif est

destiné à s'appliquer à une soupape 12 d'échappement, de maintenir la soupape 12 ouverte pour favoriser, du fait de la poursuite de la course du piston du moteur vers le point mort bas, une réaspiration des gaz brûlés, ce qui correspond au procédé
5 bien connu de recirculation des gaz d'échappement appelé EGR (Exhaust Gas Recycling).

Cette configuration trouve notamment à s'appliquer dans le cas d'un moteur de véhicule de série pour lequel une consommation minimale est recherchée.

10 Dans ce cas, le retour du fluide FHI dans la chambre d'actionnement 50 de l'accumulateur 50 n'est plus assuré par le clapet anti-retour 56 mais par l'électrovanne EVA. C'est avec un temps de retard déterminé que l'unité de commande peut commander, au cours de la troisième étape, la réouverture de
15 l'électrovanne d'actionnement EVA par laquelle circule le fluide hydraulique au lieu de circuler, comme c'est le cas dans le mode de réalisation particulier de l'invention, par le clapet anti-retour 56. Ce temps de retard correspond alors au temps durant lequel la soupape 12 est bloquée en position ouverte.

20 L'invention permet donc de réaliser une commande pneumatique des soupapes 12 d'un moteur thermique de série ou d'un moteur fonctionnant à régime élevé qui est fiable, peu coûteuse, et faiblement consommatrice de l'énergie dudit moteur.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (10) pour l'actionnement des soupapes (12) d'un moteur thermique de véhicule automobile, du type dans lequel chaque soupape (12) comporte une tige ou queue (16) qui est solidaire d'un actionneur (20) commandé par une unité de commande pour provoquer la levée et le rappel de la soupape (12) associée, du type dans lequel chaque actionneur (20) est réalisé sous la forme d'un vérin qui comporte un cylindre (22) à l'intérieur duquel la queue (16) de la soupape (12) associée est libre de coulisser coaxialement de manière étanche, et à l'intérieur duquel est agencé un piston (24) mobile, solidaire de l'extrémité libre de la queue (16) de soupape, qui délimite dans le cylindre (22) deux chambres de pression hydraulique supérieure (28) et inférieure (30) opposées qui sont chacune alimentées avec un fluide incompressible (FHI) et dans chacune desquelles est établie alternativement une pression (P_{28} , P_{30}) dudit fluide (FHI) qui est régulée par l'unité de commande de manière que la pression régnant dans une des chambres (28, 30) soit alternativement supérieure/inférieure à celle régnant dans l'autre chambre, pour actionner alternativement le vérin (20) et la soupape (12),

caractérisé en ce que chaque chambre (28, 30) de pression hydraulique du vérin (20) est susceptible d'être mise en communication avec au moins une source (32, 34) de pression hydraulique indépendante, dite source d'actionnement, qui est associée à la seule dite chambre (28, 30) et qui comporte des moyens de rappel élastique du fluide (FHI) qui sont destinés, au cours du mouvement de la soupape (12) dans un sens déterminé, à récupérer l'énergie cinétique de la soupape (12) en vue de son mouvement ultérieur dans le sens opposé.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de rappel élastique sont pneumatiques.

3. Dispositif (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'au moins une des chambres hydrauliques

(28, 30) est susceptible d'être mise en communication avec une source (36) supplémentaire dite source de décharge, dans laquelle le fluide hydraulique (FHI) est soumis à une pression réduite.

5 4. Dispositif (10) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'unité de commande est susceptible de réguler les pressions (P_{28} , P_{30}) régnant dans les chambres (28, 30) de pression hydraulique du vérin (20) en commandant alternativement une électrovanne (EVA) d'actionnement qui est
10 interposée entre une des chambres (28, 30) de pression hydraulique et sa source d'actionnement (32, 34) associée et une électrovanne (EVD) de décharge qui est interposée entre ladite chambre de pression hydraulique (28, 30) et la source de décharge (36).

15 5. Dispositif (10) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque source (32, 34) d'actionnement est constituée d'un accumulateur hydropneumatique (32, 34) qui comporte une enveloppe (38, 40) à l'intérieur de laquelle une
20 membrane (42, 44) délimite une chambre de rappel (46, 48) et une chambre d'actionnement (50, 52), la chambre de rappel (46, 48) étant isolée et remplie d'un gaz compressible (GC), et la chambre d'actionnement (50, 52) étant connectée à la chambre supérieure (28)/inférieure (30) correspondante du vérin (20) associé et remplie du fluide incompressible (FHI).

25 6. Dispositif (10) selon la revendication 4 prise en combinaison avec la revendication 5, caractérisé en ce que la chambre de pression supérieure (28) du vérin (20) est susceptible
30 d'être mise en communication avec un premier accumulateur hydropneumatique (32) ou avec la source (36) de décharge par l'intermédiaire des électrovannes respectives d'actionnement (EVA) et de décharge (EVD), et en ce que la chambre de pression inférieure (30) du vérin communique directement avec un second accumulateur hydropneumatique (34).

7. Dispositif (10) selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un clapet anti-retour (56) est interposé entre la chambre supérieure (28) du vérin (20) et le premier accumulateur hydropneumatique (32).

5 8. Dispositif (10) selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que la source de décharge (36) comporte un réservoir (54) qui est mis en communication avec un carter du moteur dans lequel règne une pression réduite (Pr).

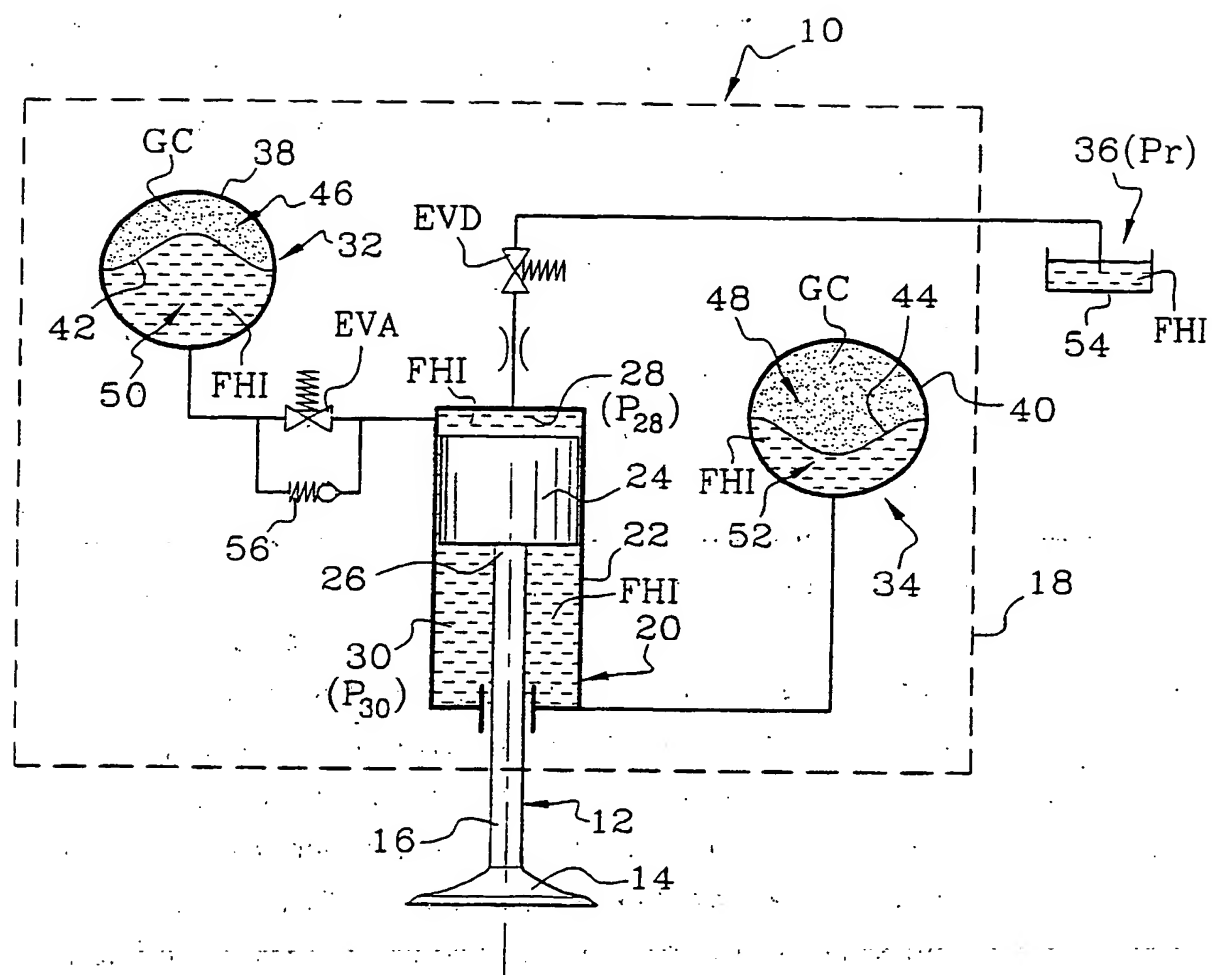
9. Dispositif (10) selon la revendication 5, caractérisé en
10 ce que chaque chambre d'actionnement (50, 52) des accumulateurs hydropneumatiques (32, 34) est reliée à un dispositif de maintien de pression qui est susceptible de la maintenir à une pression de consigne (P_{c32} , P_{c34}) tant que la soupape (12) est fermée.

15 10. Procédé de commande d'un dispositif (10) pour l'actionnement des soupapes (12) d'un moteur thermique de véhicule automobile selon la revendication 7 prise en combinaison avec l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que :

20 - dans une première étape dite de repos de la soupape (12), l'unité commande la fermeture de l'électrovanne (EVA) d'actionnement et l'ouverture de l'électrovanne (EVD) de décharge, le premier accumulateur hydropneumatique (32) étant maintenu par le dispositif de pression à une première pression
25 (P_{c32}) de consigne et le deuxième accumulateur hydropneumatique (34) étant maintenu à une seconde pression (P_{c34}) de consigne, la première pression (P_{c32}) de consigne étant supérieure à la deuxième pression (P_{c34}) de consigne et la
30 deuxième pression (P_{c34}) de consigne étant supérieure à la pression réduite (Pr) du carter moteur, puis

- dans une deuxième étape dite de levée de la soupape (12), l'unité commande la fermeture de l'électrovanne (EVD) de décharge et l'ouverture de l'électrovanne (EVA) d'actionnement, puis

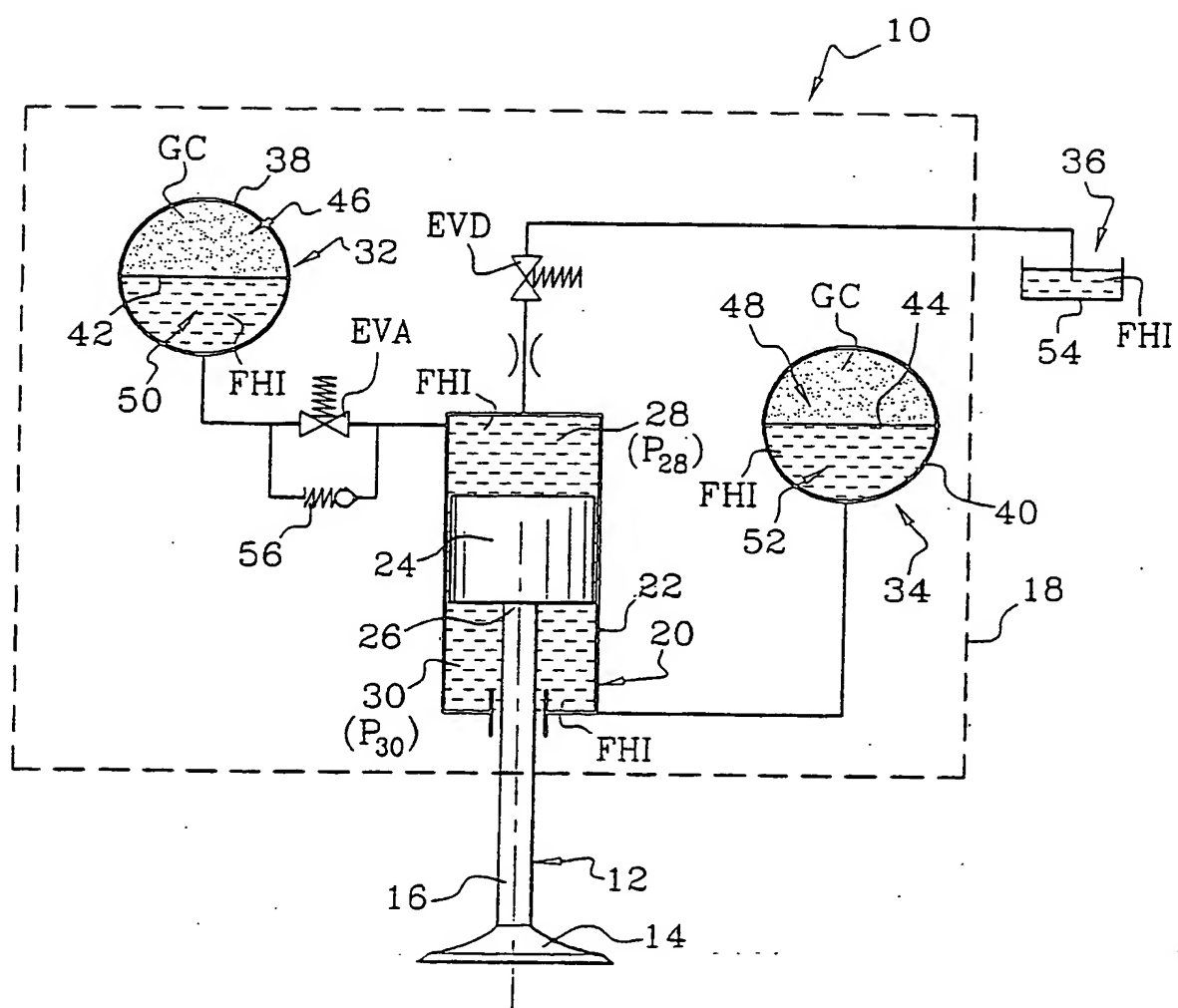
1/3



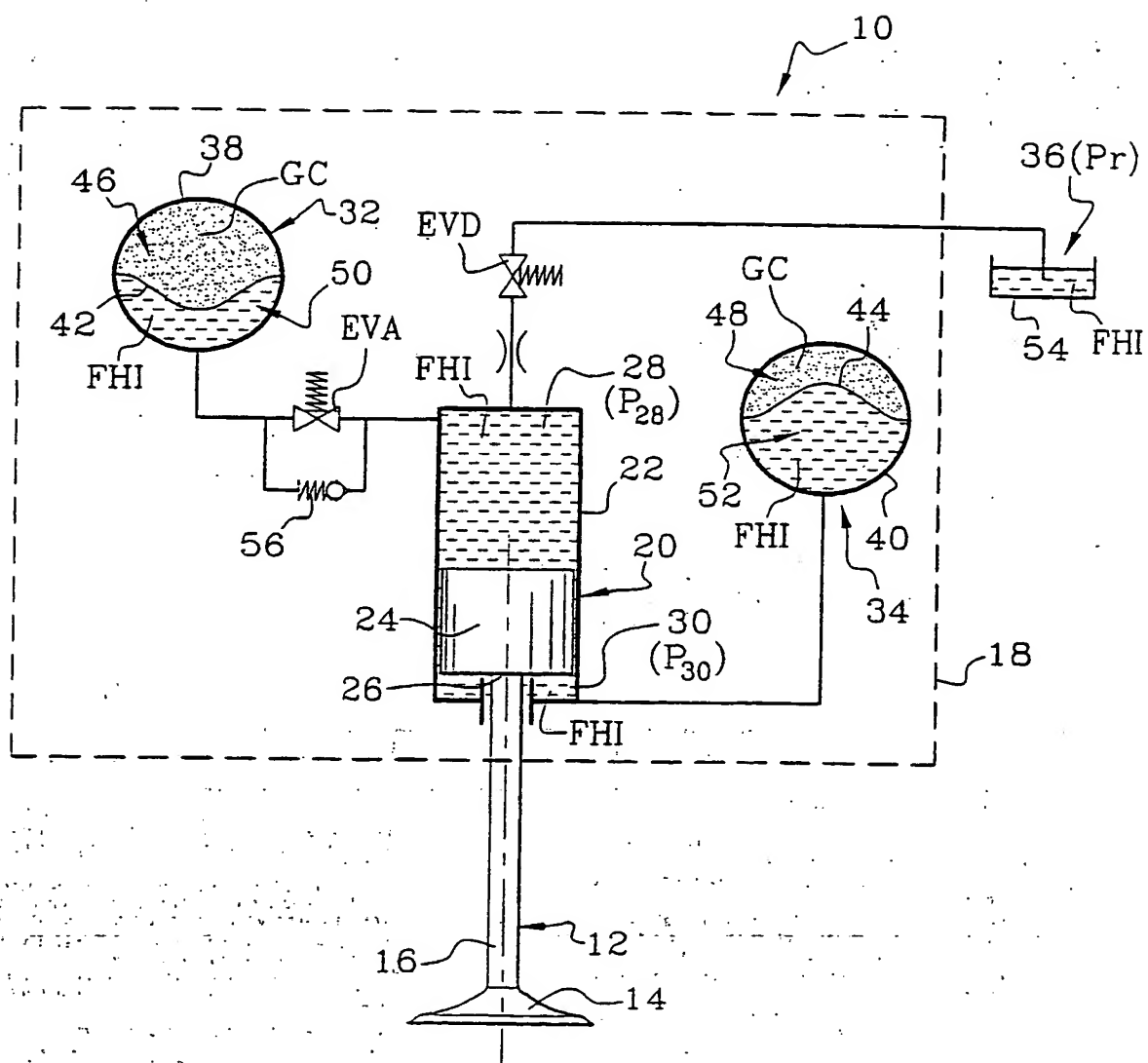
- dans une troisième étape dite de rappel de la soupape (12), l'unité commande la fermeture de l'électrovanne (EVA) d'actionnement, puis

5 - dans une quatrième étape de fermeture complète de la soupape (12), l'unité commande l'ouverture de l'électrovanne (EVD) de décharge jusqu'à la première étape de repos.

2 / 3



3/3

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 01/03069

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F01L9/02 F01L1/46		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 765 515 A (LETSCHER ULRICH) 16 June 1998 (1998-06-16) the whole document	1,10
A	US 5 833 209 A (STEINRUECK PETER) 10 November 1998 (1998-11-10) column 4, line 65 -column 7, line 33; figures 3,4	1
A	US 5 255 641 A (SCHECHTER MICHAEL M) 26 October 1993 (1993-10-26) column 4, line 40 -column 6, line 2; figures 1-3C	1
A	US. 3 682 152 A (MULLER-BERNER ALFRED HERMANN) 8 August 1972 (1972-08-08)	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-weight: bold;">12 February 2002</div>		Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-weight: bold;">19/02/2002</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Klinger, T</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/FR 01/03069

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5765515	A	16-06-1998	DE	19621951 C1	10-07-1997
			FR	2749347 A1	05-12-1997
			GB	2313624 A , B	03-12-1997
US 5833209	A	10-11-1998	AT	403835 B	25-05-1998
			AT	149894 A	15-10-1997
			CN	1118048 A , B	06-03-1996
			DE	59503972 D1	26-11-1998
			EP	0694693 A1	31-01-1996
			ES	2123225 T3	01-01-1999
			JP	8068471 A	12-03-1996
US 5255641	A	26-10-1993	US	5275136 A	04-01-1994
			DE	69212730 D1	19-09-1996
			DE	69212730 T2	05-12-1996
			DE	69218971 D1	15-05-1997
			DE	69218971 T2	24-07-1997
			EP	0520633 A2	30-12-1992
			EP	0647770 A2	12-04-1995
US 3682152	A	08-08-1972	DE	1916167 A1	15-10-1970
			GB	1277989 A	14-06-1972

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

D e Internationale No
PCT/FR 01/03069

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 F01L9/02 F01L1/46

Selon la classification internationale des brevets (CIB), ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 765 515 A (LETSCHER ULRICH) 16 juin 1998 (1998-06-16) le document en entier	1,10
A	US 5 833 209 A (STEINRUECK PETER) 10 novembre 1998 (1998-11-10) colonne 4, ligne 65 -colonne 7, ligne 33; figures 3,4	1
A	US 5 255 641 A (SCHECHTER MICHAEL M) 26 octobre 1993 (1993-10-26) colonne 4, ligne 40 -colonne 6, ligne 2; figures 1-3C	1
A	US 3 682 152 A (MULLER-BERNER ALFRED HERMANN) 8 août 1972 (1972-08-08)	

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

G document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

12 février 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/02/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Klinger, T

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

de Internationale No
PCT/FR 01/03069

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5765515	A	16-06-1998	DE 19621951 C1 FR 2749347 A1 GB 2313624 A ,B	10-07-1997 05-12-1997 03-12-1997
US 5833209	A	10-11-1998	AT 403835 B AT 149894 A CN 1118048 A ,B DE 59503972 D1 EP 0694693 A1 ES 2123225 T3 JP 8068471 A	25-05-1998 15-10-1997 06-03-1996 26-11-1998 31-01-1996 01-01-1999 12-03-1996
US 5255641	A	26-10-1993	US 5275136 A DE 69212730 D1 DE 69212730 T2 DE 69218971 D1 DE 69218971 T2 EP 0520633 A2 EP 0647770 A2	04-01-1994 19-09-1996 05-12-1996 15-05-1997 24-07-1997 30-12-1992 12-04-1995
US 3682152	A	08-08-1972	DE 1916167 A1 GB 1277989 A	15-10-1970 14-06-1972